

Monitoreo de Catástrofes Naturales a partir de la Obtención y Procesamiento de Imágenes Satelitales

Paula B. Olmedo*, Marco Miretti†, Emanuel Bernardi†, Javier Redolfi†, Gastón Peretti†, Eduardo J. Adam†

*Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC)

Córdoba Capital, Argentina.

paulabeatrizolmedo@gmail.com

†Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco (UTN-FRSFCO)

San Francisco, Córdoba, Argentina.

marco.miretti@gmail.com, ebernardi@sanfrancisco.utn.edu.ar,

javierredolfi@gmail.com, gastonperetti@gmail.com

‡Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería Química (UNL-FIQ)

Santa Fe Capital, Argentina.

RESUMEN

En la actualidad, el desarrollo de la industria aeroespacial a la par del desarrollo tecnológico, facilita el acceso a la información brindada por los satélites. En este contexto, el trabajo que a continuación se describe tiene por objetivo captar señales satelitales, especialmente imágenes, con el fin de almacenarlas y procesarlas en tiempo real para obtener modelos que auxilien en el análisis y prevención de emergencias ambientales. Es de destacar que este trabajo forma parte de un proyecto de mayor alcance, cuya primera etapa consistió en la construcción de una estación terrena para la adquisición de las imágenes de interés.

Palabras clave: procesamiento de imágenes, emergencias ambientales, comunicación, estación terrena.

CONTEXTO

La siguiente propuesta de investigación se enmarca dentro de las áreas Control Automático de Sistemas y Telecomunicaciones del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco. Específicamente, a través del PID-UTN CCUTNSF0005361. En tanto, las actividades involucradas en el mismo se llevarán a cabo por los integrantes del Grupo de Investigación sobre Control Aplicado y

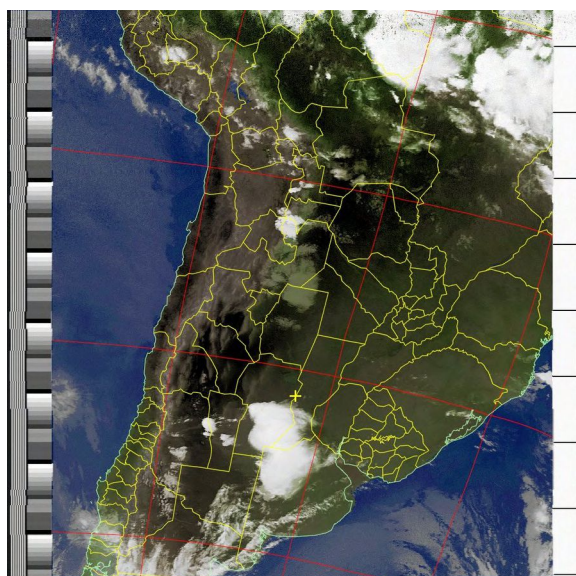
Sistemas Embebidos (AC&ES-RG)¹, el cual se compone de becarios de grado, doctorales y docentes investigadores.

1. INTRODUCCIÓN

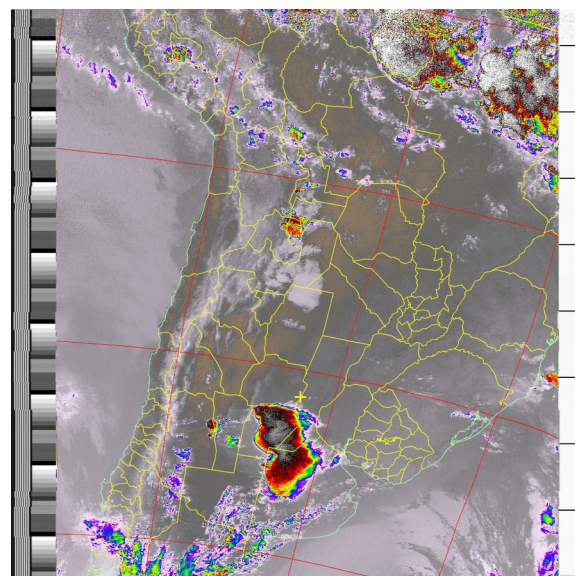
Debido a su extensión y variedad de biomas, los fenómenos naturales con consecuencias negativas son frecuentes en la Argentina. Por ejemplo, desde hace ya varios años son comunes las inundaciones, las cuales han afectado entre tres y seis millones de hectáreas de superficie [1]. En ciertos casos, dichas áreas son difíciles de dimensionar debido a sus magníficas proporciones y variedades topográficas, sin mencionar que la estimación de daños también resulta una complicación que aún no está del todo resuelta.

Por otro lado, en las sierras cordobesas, los incendios forestales progresivamente se han convertido en un factor cada vez más influyente en la reducción de la riqueza de su flora [2]. En este caso, las dificultades se presentan a la hora de predecirlos y detectarlos con el suficiente tiempo para dar una respuesta adecuada, así como también para el monitoreo de su evolución. Aunque existen herramientas para solventar estas necesidades [3], éstas no se encuentran optimizadas para actuar en nuestro contexto y/o el acceso a muchas de ellas, es restringido.

¹ del inglés, *Applied Control & Embedded Systems - Research Group*



(a) Color real



(b) Intensidad de precipitaciones

Figura 1: Imágenes de NOAA-19 del 24 de Octubre de 2019.

Diversos autores han calificado a la Argentina como un "País espacial" [4], a causa de una necesidad socio-económica de aprovechar el acceso a este tipo de información, y los múltiples proyectos factibles en esta área. Por esta razón, trabajar con imágenes satelitales brinda la capacidad de proceder con celeridad frente a catástrofes naturales, así como también a realizar una correcta gestión una vez ocurrido el suceso. Es de destacar, que un adecuado procesamiento puede ofrecer tanto información en 2D como en 3D. Ejemplo del primer caso es el análisis del Índice Diferencial de Agua Normalizado ($NDWI$)², con el que se obtiene valiosa información para la detección de áreas de sequía [5]. En cambio, una aplicación del segundo caso es la generación de modelos digitales de elevación, los mismos ayudan a estimar deslizamientos de suelo [6], u optimizar la asignación de recursos ante un desastre [7].

Es interesante resaltar la existencia de satélites de acceso abierto, lo que significa que las señales que éstos transmiten no se encuentran cifradas y además realizan una constante emisión de información, posibilitando su recepción desde cualquier parte del mundo, resultando de utilidad para este tipo de proyectos. En la Fig. 1b, se observa la imagen



Figura 2: Imagen de incendio desde el NOAA-20.

adquirida desde un satélite NOAA³ donde se aprecia la intensidad de las precipitaciones sobre nuestro país. Adicionalmente, se muestra en la Fig. 2 un incendio forestal, monitoreado con herramientas de procesamiento de información satelital [8].

Como se mencionó anteriormente, en etapas tempranas de este proyecto [9] se construyó una antena Yagi de alta ganancia, con la capacidad de recibir señales de satélites no-geoestacionarios. Ésta, se probó receptando una imagen proveniente del NOAA-19. Se observan los resultados en la Fig. 1. Posteriormente, se desarrolló un sistema de posicionamiento de antena con motores paso a paso, controlados por el software *GPredict*, ejecutándose en una plataforma *Raspberry-Pi*, y finalmente se logró la recepción de imágenes a través de un

² del inglés, *Normalized Difference Water Index*.

³ del inglés, *National Oceanic and Atmospheric Administration*.

dispositivo SDR⁴ configurado adecuadamente utilizando el software *Gqrx*.

A partir de esto, se propone captar y almacenar las imágenes recuperadas, en una base de datos de tipo *NoSQL*, las cuales permiten no solamente el almacenamiento de grandes volúmenes de datos, sino también de diversos tipos [10]. Luego, se trabajará en el procesamiento de éstas en dos etapas:

- Obtención de parámetros normalizados, como el NDWI, con la motivación de obtener datos relevantes sobre el estado del suelo y así determinar un nivel de riesgo para fenómenos como incendios o inundaciones. Inicialmente se ajustarán los parámetros necesarios para el análisis manualmente, luego se incorporará el uso de redes neuronales convolucionales [11].
- Generación de modelos de elevación, que permiten la medición y estimación de los niveles de riesgo, además de que resultan de utilidad a la hora de medir las consecuencias de las catástrofes naturales [7] por tratarse de una mejor aproximación a la realidad de los terrenos a tratar. Para esto, será necesaria una retroalimentación con la primera etapa.

2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

El presente proyecto se compone de los siguientes ejes de investigación y desarrollo:

- Análisis de las necesidades de hardware y software requeridas para un sistema de almacenamiento y procesamiento de la información obtenida en la estación terrena.
- Estudio de las necesidades de información satelital locales y regionales específicas.
- Evaluación de la estrategia de procesamiento digital de imágenes a emplear, en base a la necesidad propuesta.
- Desarrollo de un software de predicción, modelado y detección de diversos fenómenos.

- Vinculación con otros proyectos de colaboración internacional de estaciones terrenas.
- Escritura de documentación clara que permita un desarrollo continuado y abierto.
- Divulgación de los resultados parciales y finales de la investigación.

3. OBJETIVOS

Objetivo General:

Diseñar y desarrollar un sistema de procesamiento de imágenes satelitales con el fin de realizar un análisis estratégico de determinadas variables de interés en un contexto regional.

Objetivos específicos:

- Configurar un sistema de almacenamiento de imágenes.
- Diseñar y desarrollar un sistema de procesamiento de imágenes provenientes de satélites no-geoestacionarios.
- Determinar las variables de interés para el contexto regional.
- Analizar las imágenes procesadas en función de las variables seleccionadas.
- Examinar la información recopilada para determinar nuevas posibilidades del sistema.
- Estimar la dimensión de catástrofes naturales, a partir de las imágenes obtenidas.

4. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Considerando que este trabajo forma parte de un proyecto de mayor dimensión, el cual consiste en el montaje completo de una estación terrena en la Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional San Francisco) para la adquisición y procesamiento de imágenes, se debe aclarar que el proyecto ya posee algunos resultados obtenidos [9], como los descriptos a continuación:

- Cálculo y construcción de una antena Yagi direccional de alta ganancia.
- Desarrollo de un sistema de posicionamiento automático, utilizando

⁴ del inglés, *Software Defined Radio*.

información de apuntamiento brindada por el software *Gpredict* [12].

- Construcción de una estructura apta para soportar dicho sistema junto a la antena y el montaje de los mismos.

En cuanto a los objetivos puntuales de este tramo del proyecto:

- Adquisición de imágenes actualizadas de nuestra región.
- Desarrollo de la estrategia de procesamiento de las imágenes recibidas de acuerdo a cada necesidad propuesta.
- Colaboración con los proyectos internacionales pre-existentes.
- Divulgación en el medio de las capacidades del proyecto y sus resultados.
- Formación de recursos humanos capaces de continuar proyectos afines a esta línea de investigación.

5. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El presente trabajo se encuentra enmarcado en el Proyecto de Investigación y Desarrollo (CCUTNSF0005361) del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco. El grupo de trabajo esta compuesto por docentes investigadores y estudiantes, entre ellos el Dr. Eduardo J. Adam, el Dr. Javier Redolfi y los integrantes de AC&ES-RG.

AC&ES-RG está conformado por dos becarios doctorales, tres ingenieros electrónicos y cinco estudiantes de las carreras Ingeniería Electrónica, Industrial y Sistemas de Información. Por último, es de destacar que el presente proyecto forma parte de la tesina de grado de una estudiante del grupo.

AGRADECIMIENTOS

Los integrantes del artículo desean agradecer al Ing. Emmanuel M. DAVIS, integrante del proyecto de investigación y desarrollo en el cual se enmarca este trabajo, por facilitarnos las imágenes que se muestran en la Fig 1.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Claudia E. Natenzon. «Riesgo, vulnerabilidad e incertidumbre. Desastres por inundaciones en Argentina». En: *Provincia* 2.609 (1998), 69e.
- [2] Graciela Verzino y col. «Impacto de los incendios sobre la diversidad vegetal, Sierras de Córdoba, Argentina». En: *Ecología Aplicada* 4.1-2 (2005), págs. 25-34.
- [3] Claire Miller y col. «SPARK—A bushfire spread prediction tool». En: *International Symposium on Environmental Software Systems*. Springer. 2015, págs. 262-271.
- [4] C. M. Scavuzzo y col. «Satellite image applied to epidemiology, the experience of the Gulich Institute in Argentina». En: *Space Technology for E-health* (2007), pág. 49.
- [5] Marco Miretti y col. «Detección y Control de Malezas a través de la Evaluación de Parámetros Normalizados». En: Libro de resúmenes del IX Congreso de Microelectrónica Aplicada, uEA2018. San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina: Editorial Científica Universitaria de la Universidad Nacional de Catamarca, 2018. ISBN: 978-987-661-325-5.
- [6] José Gregorio Roa. «Estimación de áreas susceptibles a deslizamientos mediante datos e imágenes satelitales: cuenca del río Mocotíes, estado Mérida-Venezuela». En: *Revista Geográfica Venezolana* 48.2 (2007), págs. 183-219.
- [7] Facundo Ismael Casasola. «Implementación de herramientas de Teledetección e Inteligencia Artificial para la optimización de los recursos del Ejército Argentino en situaciones de emergencias volcánicas». En: *Universidad Nacional de Córdoba* (2016).
- [8] National Oceanic y Atmospheric Administration. Plumes of Smoke Cover Portions of Northern California. URL: <https://www.nesdis.noaa.gov/content/plume-s-smoke-cover-portions-northern-california> (visitado 09-11-2018).

- [9] Facundo Busano y col. «Estación terrena de adquisición de señales de satélites no geoestacionarios». En: *WICC2018*, 2018, págs. 978-981. ISBN: 978-987-36-1927-4.
- [10] Christof Strauch, Ultra-Large Scale Sites y Walter Kriha. «NoSQL databases». En: *Lecture Notes, Stuttgart Media University* 20 (2011), pág. 24.
- [11] Samer Hijazi, Rishi Kumar y Chris Rowen. «Using convolutional neural networks for image recognition» .En: *Cadence Design Systems Inc.* San Jose, CA, USA (2015), págs. 1-12.
- [12] Alexandru Csete. GPredict project.